

**Indicadores de mobilidade urbana sustentável para cidades de médio porte: uma aplicação em cidade de região metropolitana do Paraná****Sustainable urban mobility indicators for middle cities porte: an application in the city of Paraná metropolitan region**

DOI:10.34117/bjdv5n9-019

Recebimento dos originais: 18/07/2019

Aceitação para publicação: 05/09/2019

**Bruna Marcelli Claudino Buher Kureke**

Mestre em Planejamento Urbano pela Universidade Federal do Paraná

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Endereço: Av. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba – PR, Brasil

E-mail: brunabuher@gmail.com

**Márcia de Andrade Pereira Bernardinis**

Doutora em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Endereço: Av. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba – PR, Brasil

E-mail: profmarcia.map@gmail.com

**RESUMO**

O crescimento urbano desordenado, provocado pelo aumento espacial, aumento excessivo no uso do automóvel, a falta de infraestrutura urbana e a poluição do meio ambiente são questões, segundo Maganini (2008), que interferem na qualidade de vida da população. Estes fatores têm contribuído para que pesquisadores e tomadores de decisão busquem novas formas de minizar, discutir e encontrar soluções para estas questões urbanas. Tendo em vista este panorama, esta pesquisa tem como objetivo adaptar um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para cidades de médio porte. Além disso aplicar os indicadores pré-selecionados em uma cidade de região metropolitana do estado do Paraná. Para tanto será utilizado o IMUS criado por Costa (2008). Este índice contém 87 indicadores distribuídos em três dimensões: ambiental, social e econômica capazes de avaliar quali e quantitativamente aspectos pertinentes a mobilidade. Após uma análise criteriosa, foram selecionados 66 indicadores referentes a cidades de médio e pequeno porte. Coletados os devidos dados foi possível aplicar o índice na cidade em estudo identificando as potencialidades e deficiências relacionadas ao sistema de mobilidade da cidade, como por exemplo: realização de pesquisa O/D, implementação de frotas de veículos que utilizem energia limpa e combustíveis alternativos, investimentos em infraestrutura dos sistemas de transportes voltados aos modos não-motorizados, etc. Dessa forma, conclui-se que o IMUS mostrou ser uma ferramenta desenvolvida para auxiliar na análise e monitoramento da mobilidade urbana e na elaboração de políticas públicas visando a sustentabilidade nos sistemas de mobilidade e a melhoria da qualidade de vida.

**Palavras-chave:** mobilidade urbana, indicadores, planejamento urbano.

**ABSTRACT**

The urban growth, caused by the spatial increase, excessive increase in the use of the automobile, the lack of urban infrastructure and the environment pollution are issues, according to Maganini (2008), that interfere in the population quality of life. These factors have contributed to researchers and decision-makers seeking new ways to focus, discussing and finding solutions to these urban issues. Given this overview, this research aims to adapt a Sustainable Urban Mobility Index (IMUS) for medium cities. Also apply the pre-selected indicators in a metropolitan city of Paraná. For this, IMUS created by Costa (2008) will be used. This index contains 87 indicators distributed in three dimensions: environmental, social and economic, capable of evaluating qualitatively and quantitatively aspects related to mobility. After a careful analysis, 66 indicators were selected referring to medium and small cities. Collected the appropriate data, it was possible to apply the index in the city under study, identifying potentialities and deficiencies related to the city's mobility system, such as Origin-Destination survey, implementation of fleets of vehicles using clean energy and alternative fuels, infrastructure investments in non-motorized modes of transport, etc. In this way, it can be concluded that IMUS has shown to be a tool developed to assist in the analysis and monitoring of urban mobility and in the elaboration of public policies aiming at sustainability in the mobility systems and the improvement of the quality of life.

**Keywords:** urban mobility, indicators, urban planning.

**1 INTRODUÇÃO**

Historicamente, o crescimento das cidades influencia e é influenciado pelos meios de transporte disponíveis à sua população. Mais ainda, a forma como se dá o processo de circulação urbana interfere diretamente na demanda por transportes, nas áreas destinadas a estacionamento e nos congestionamentos. Também o crescimento urbano desordenado interfere na qualidade de vida da população.

Magagnin (2008), cita que a inexistência ou precariedade de uma política de transportes no país e nos municípios pode dificultar, ou mesmo inviabilizar, um planejamento de transportes que incorpore os conceitos de “mobilidade urbana” e da “sustentabilidade”.

A aplicação de indicadores de mobilidade urbana sustentável chama a atenção para a necessidade de articulação das políticas de transporte, trânsito e mobilidade, afim de proporcionar acesso amplo e democrático ao espaço de forma segura, socialmente inclusiva e sustentável, além de promover a integração entre os diversos modos de transporte.

Estados Unidos, Canadá e alguns países da Europa têm adotado indicadores como um modo de avaliar e monitorar a mobilidade em nível local (GUDMUNDSSON, 2001, GUDMUNDSSON 2004).

No Brasil, a utilização de indicadores, objeto de estudo deste trabalho, faz parte da Política de Mobilidade Urbana elaborada pelo governo federal, onde a definição de um Sistema de Indicadores é parte integrante dos produtos a serem definidos na elaboração dos Planos

Diretores de Transportes e Mobilidade Municipais. Este sistema de indicadores pode ser utilizado nas etapas de planejamento e monitoração do plano (MAGAGNIN, 2008).

## **2. OBJETIVO**

Esta pesquisa tem como objetivo a adaptação de um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para cidades de médio porte, além de aplicar indicadores pré-selecionados – integrantes desse Índice – em uma cidade de região metropolitana do estado do Paraná.

## **3. MÉTODO**

Para atender o objetivo deste trabalho, a metodologia será dividida em quatro partes: entendimento do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), caracterização da área de estudo, adaptação do IMUS para o município escolhido, método de pesos e, por fim, o método de cálculo propriamente dito.

### **3.1 METODOLOGIA IMUS**

Desenvolvido por Costa (2008), o IMUS – Índice de Mobilidade Urbana Sustentável tem como proposta oferecer uma metodologia capaz de avaliar quantitativamente aspectos pertinentes à mobilidade, incluindo cenários essenciais, como o social, econômico e ambiental. O índice é composto por 87 indicadores agregados em 37 temas, sendo esses distribuídos em 9 domínios.

Segundo a autora, o IMUS consiste em uma ferramenta desenvolvida para auxiliar na análise e monitoramento da mobilidade urbana e na elaboração de políticas públicas visando a sustentabilidade dos sistemas de mobilidade e a melhoria da qualidade de vida. Conforme a autora, o índice tem como principais características:

- Estabelecer um sistema de pesos para os critérios, revelando sua importância relativa. Considera ainda, para cada tema avaliado, a importância das dimensões da sustentabilidade (Social, Econômica e Ambiental). Assim permite avaliar os impactos de ações setoriais sobre o sistema de mobilidade e segundo as três dimensões consideradas na sustentabilidade;
- Adotar um modelo de agregação dos critérios que permite sua compensação, ou seja, permite que um critério de qualidade baixa seja compensado por um conjunto de critérios de maior qualidade;

- Constituir uma ferramenta de fácil compreensão e simplicidade de aplicação, não exigindo a utilização de pacotes computacionais específicos, nem conhecimento de modelos matemáticos complexos para sua utilização.

A composição dos 87 indicadores foi obtida através de consulta a experiências anteriores em outras regiões, envolvendo também especialistas com conhecimentos específicos. Após a definição dos indicadores, a autora propôs pesos para cada critério. Os 9 domínios e os 37 temas foram avaliados por sua ordem de importância e normalizados de 0,00 a 1,00. Foram então estabelecidos pesos iguais para todos os indicadores – também normalizados de 0,00 a 1,00 –, trazendo assim a possibilidade de redistribuição dos pesos no caso da impossibilidade de cálculo de um ou mais indicadores. Logo, tem-se a normalização dos 9 domínios somando 1,00, bem como seus respectivos temas, que somam 1,00 dentro de cada composição de domínios, o que ocorre também com os indicadores agrupados em cada tema.

Exemplificando, a Figura 1 mostra os pesos do domínio Aspectos Ambientais, dos temas que compõe o domínio e dos indicadores que compõe cada tema. Portanto, os 9 domínios somam peso 1,00, os dois temas do domínio em destaque somam 1,00 e os indicadores de cada tema também somam 1,00.

DOMÍNIO	PESO	TEMA	PESO	INDICADOR	PESO
Aspectos Ambientais	0,113	Controle dos impactos no meio ambiente	0,523	Emissões de CO	0,250
				Emissões de CO <sub>2</sub>	0,250
				População exposta ao ruído de tráfego	0,250
				Estudos de Impacto Ambiental	0,250
		Recursos naturais	0,477	Consumo de combustível	0,500
				Uso de energia limpa e combustíveis alternativos	0,500

Figura 1 – Exemplo da configuração de pesos do IMUS

Fonte: COSTA (2008)

Para que haja a possibilidade de exclusão de indicadores que não se adequam à cidade em estudo, Costa (2008) elaborou um sistema de normalização, ou seja, se um indicador é excluído, os pesos dos outros serão readequados, voltando a somar 1,00. Essa normalização permite uma visão detalhada do sistema de mobilidade urbana, cobrindo temas que são relevantes em diferentes contextos geográficos.

A Figura 2 exemplifica duas normalizações, para indicadores quantitativos e qualitativos respectivamente. Nos indicadores quantitativos pode haver necessidade de interpolação dos dados para casos em que o valor obtido em campo não se encontra explícito.

<b>Indicador 2.1.3 - População exposta ao ruído de tráfego</b>	
<b>Score</b>	<b>Valores de Referência</b> Porcentagem da população urbana (ou da área em estudo) exposta a ruído de tráfego superior a 65 dB(A)
1	0
0,75	25%
0,5	50%
0,25	75%
0	100%
<b>Indicador 2.1.4 - Estudos de impacto ambiental</b>	
<b>Score</b>	<b>Valores de Referência</b> O município exige:
1	Estudo de impacto ambiental e estudo de impacto de vizinhança para projetos de transportes e mobilidade urbana, e define medidas compensatórias ou mitigadoras
0,75	Estudo de impacto ambiental para projetos de transportes e mobilidade urbana e define medidas compensatórias ou mitigadoras
0,5	Estudo de impacto ambiental e estudo de impacto de vizinhança para projetos de transportes e mobilidade urbana, mas não define medidas compensatórias ou mitigadoras
0,25	Estudo de impacto ambiental para projetos de transportes e mobilidade urbana, mas não define medidas compensatórias ou mitigadoras
0	O município não exige qualquer estudo ou medida mitigadora sobre impactos dos sistemas de transportes e mobilidade urbana

Figura 2 – Exemplo de normalização para indicadores quantitativos e qualitativos

Fonte: COSTA (2008)

Por fim, para se obter o valor final do IMUS, os indicadores são agregados através de média ponderada conforme seu score e seu peso. Com isso, tem-se como índice global um valor entre 0,00 e 1,00 e como índices setoriais – econômico, social e ambiental, valores entre 0,00 e 0,340, somando 1,00 ao final.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município adotado para aplicação dos indicadores de mobilidade urbana sustentável é caracterizado como região metropolitana, possui aproximadamente 135 mil habitantes segundo projeção do IBGE para 2015 (IBGE, 2010).

A cidade sofreu influências do desenvolvimento industrial, servindo de sede a novas grandes indústrias, com geração de empregos e o deslocamento de trabalhadores da área rural para a urbana. Assim, criou-se um centro industrial, ocorrendo um crescimento bastante

acentuado e uma inversão no quadro populacional, econômico e social do município. A população urbana superou a rural com a vinda de um contingente populacional de vários pontos do país e a economia que se baseava na agricultura e pecuária passou a ser predominantemente industrial/urbana, porém sem deixar de ser um importante polo agro-industrial (PREFEITURA, 2016).

Com relação à sua infraestrutura viária, segundo dados da Prefeitura (2016), o município conta com aproximadamente 334 km de ruas e avenidas que fazem a interligação entre os bairros e o centro, das quais 156 km são pavimentadas; cerca de 565 km de estradas municipais que fazem a interligação das localidades distribuídas na zona rural com a área urbana. Além disso, o município é cortado por importantes rodovias federais e estaduais.

Já com relação a sistemas de transportes, a cidade conta com dois terminais urbanos de transporte público, possuindo uma frota de 99 ônibus em linhas urbanas e rurais, além de linhas de integração entre cidades vizinhas. O município também é cortado por dutovias e ferrovias para transporte de cargas.

### 3.3 SELEÇÃO DOS INDICADORES

Os indicadores aplicados foram selecionados de acordo com a disponibilidade e a qualidade das informações, assim como as características gerais do município em estudo. Vale ressaltar que as informações de baixa confiabilidade e também obtidas a longo prazo não puderam ser aplicadas no IMUS.

Logo, dos 87 indicadores propostos que compõem o índice, 21 não foram considerados passíveis de cálculo, sendo que desses, 11 se deram pela ausência de uma Pesquisa Origem-Destino na cidade, 1 pela falta do equipamento necessário para a medição e 9 por falta de dados. A Tabela 1 mostra a relação dos indicadores desprezados para o cálculo do IMUS.

Tabela 1 - Indicadores desprezados para o cálculo do IMUS

DOMÍNIO	INDICADOR
Aspectos ambientais	Emissões de CO
	Emissões de CO2
	População exposta ao ruído de tráfego
	Consumo de combustível
Aspectos sociais	Equidade vertical (renda)

Infraestrutura	Densidade e conectividade da rede viária
Modos não motorizados	Frota de bicicletas
	Vias com calçadas
	Distância de viagem
	Tempo de viagem
	Número de viagens
Planejamento integrado	Vitalidade do centro
	Vazios urbanos
Tráfego e circulação urbana	Prevenção de acidentes
	Velocidade média de tráfego
	Violação das leis de trânsito
	Taxa de ocupação dos veículos
Sistemas de transporte urbano	Extensão da rede de transporte público
	Transporte coletivo x Transporte individual
	Modos não motorizados x Modos motorizados
	Transporte clandestino

Fonte: AS AUTORAS (2016)

Os 66 indicadores restantes bem como os indicadores excluídos, foram elencados de forma a identificar suas respectivas definições, metodologias de cálculo para obtenção do score e fonte de dados. Todas as informações metodológicas para obtenção dos cálculos e dados foram utilizadas do trabalho de Costa (2008). A Figura 3 exemplifica a relação citada, sendo que o destaque em vermelho é dado para indicadores não calculados.



DOMÍNIO	INDICADOR	DEFINIÇÃO	OBTENÇÃO DO SCORE	FONTE DE DADOS
Planejamento Integrado	Nível de formação de técnicos e gestores	Porcentagem de técnicos e gestores de órgãos de planejamento urbano, transportes e mobilidade com qualificação superior, do total de trabalhos destes órgão no ano de referência.	Levantamento do número total de trabalhadores nos órgãos de planejamento urbano, transportes e mobilidade do município e o número de técnicos e gestores desses órgãos com qualificação superior. Score obtido através da razão do pessoal com qualificação superior e o total de trabalhadores.	Prefeitura Municipal
	Capacitação de técnicos e gestores	Número de horas de treinamento e capacitação oferecidas por técnico e gestor das áreas de planejamento urbano, transportes e mobilidade durante o ano de referência.	O score é obtido através do número de horas de treinamento e capacitação oferecidas por técnico e gestor das áreas de planejamento urbano, transportes e mobilidade durante o ano de referência.	Prefeitura Municipal
	Vitalidade do centro	Medida da vitalidade do centro da cidade em dois momentos distintos, baseada no número de residentes e no número de empregos nos setores de comércio e serviços localizados na área.	Score baseado no número de residentes e no número de empregos nos setores de comércio e serviços localizados na área.	Prefeitura Municipal
	Consórcios intermunicipais	Existência de consórcios públicos intermunicipais para provisão de infraestrutura e serviços de transportes urbano e metropolitano.	O score refere-se a existência e tipo de consórcios públicos intermunicipais para provisão de infraestrutura e serviços de transporte urbano e metropolitano.	Prefeitura Municipal

Figura 3 – Relação de indicadores para o cálculo do IMUS

Fonte: AS AUTORAS (2016)

### 3.4 MÉTODO DOS PESOS

Com base nos estudos realizados por Silva et al. (2012), obtém-se uma classificação baseada nos scores normalizados, identificando dessa forma o desempenho de cada indicador, os diferenciando em seis níveis, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação do método dos pesos

NÍVEL DO INDICADOR	SCORE NORMALIZADO
VAZIO	Ausência de dados
CRÍTICO	0,00 - 0,20
RUIM	0,21 - 0,40
INTERMEDIÁRIO	0,41 - 0,60
BOM	0,61 - 0,80
ÓTIMO	0,81 - 1,00

Fonte: SILVA et al. (2012)

Para avaliação dos pesos, pode ser gerada uma tabela contendo os indicadores que obtiveram classificação crítica ou ruim, ordenados de forma crescente do valor correspondente



a coluna “diferença”. Essa coluna, por sua vez, corresponde à diferença do peso máximo de cada indicador – aquele definido por Costa (2008) e pelos especialistas – com o peso encontrado, representando o impacto que a mudança no indicador causará, alterando o score para 1,00, no cálculo do índice final. (SILVA et al., 2012).

Analisando, como exemplo, a Tabela 3, supondo que esses indicadores atinjam o score 1,00, seria possível aumentar o valor do IMUS final em 0,142. Porém é destacado por Silva et al. (2012), a necessidade de se levar em consideração a viabilidade da implementação de melhoria na mobilidade da cidade, tendo como consequência a melhoria no score do indicador.

Tabela 3 – Classificação do método dos pesos

ID	INDICADOR	SCORE	PESOS			NÍVEL DO INDICADOR
			Encontrado	Máx	Diferença	
5.2.1	Vias para transporte coletivo	0,0000	0,0000	0,0644	0,0644	CRÍTICO
4.3.1	Política de mobilidade urbana	0,2500	0,0095	0,0380	0,0285	RUIM
2.2.2	Uso de energia limpa e combustíveis alternativos	0,0600	0,0016	0,0269	0,0253	CRÍTICO
1.3.1	Fragmentação urbana	0,0000	0,0000	0,0237	0,0231	CRÍTICO

Fonte: SILVA et al. (2012)

### 3.5 MÉTODO DE CÁLCULO DO IMUS

O processo de cálculo do IMUS inicia-se pela seleção dos indicadores através do levantamento de dados, seguida das definições dos indicadores e da obtenção de cada score, como apontado no item 3.3 deste trabalho. Posteriormente, os scores obtidos são normalizados. Por fim, os dados de cada indicador são inseridos na planilha digital proposta por Costa (2008), programada para que a normalização para o intervalo entre 0,00 e 1,00 seja automática. Assim como a redistribuição automática dos pesos dos indicadores que não foram calculados. Além disso, a partir da planilha proposta tem-se a soma dos scores globais e setoriais para os indicadores. O processo para esse cálculo pode ser visto no organograma da Figura 4 a seguir.

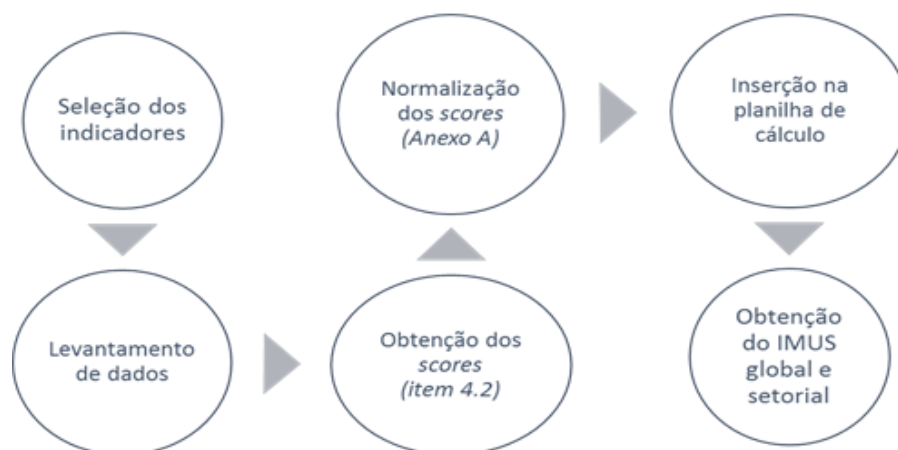


Figura 4 – Organograma do cálculo do IMUS

Fonte: AS AUTORAS (2016)

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 RESULTADO DOS INDICADORES

Os 76 indicadores foram calculados através de várias visitas em campo e também em contato com a prefeitura do município, que forneceu uma quantidade significativa de dados. Nota-se que é de extrema importância o entendimento da dinâmica da cidade previamente ao cálculo dos indicadores.

Para o entendimento do cálculo de cada indicador, tem-se como exemplo o indicador denominado Informação disponível ao cidadão, incluído no tema Apoio ao cidadão do Domínio Aspectos sociais.

Domínio: Aspectos sociais

Tema: Apoio ao cidadão

Indicador: Informação disponível ao cidadão

**Score:** Em pesquisa no endereço eletrônico da prefeitura municipal, pôde-se ter acesso a informação sobre serviços de transporte público, canais de comunicação para denúncias e reclamações e informações sobre condições de trânsito e circulação;

**Normalização:** A partir da normalização proposta na Figura 5, tem-se um *score* normalizado de 0,75.

<b>Indicador 3.1.1 - Informação disponível ao cidadão</b>	
<b>Score</b>	<b>Valores de Referência</b> Há disponibilidade de:
1	Informação sobre serviços de transporte público, canais de comunicação para denúncias e reclamações, informações sobre condições de trânsito e circulação e informações sobre planos e projetos de transporte e mobilidade urbana
0,75	Informação sobre serviços de transporte público, canais de comunicação para denúncias e reclamações e informações sobre condições de trânsito e circulação
0,5	Informação sobre serviços de transporte público e canais de comunicação para denúncias e reclamações
0,25	Informação sobre serviços de transporte público
0	Não há disponibilidade de qualquer tipo de informação sobre transportes e mobilidade para os cidadãos

Figura 5 – Normalização do indicador “Informação disponível ao cidadão”

Fonte: COSTA (2008)

## 4.2 RESULTADO DOS PESOS

A partir dos scores normalizados obtidos e da metodologia de cálculo dos pesos de cada indicador, foi criada uma planilha eletrônica para geração automática dos valores dos pesos. Com esses dados previamente calculados e com base na metodologia classificatória dos pesos apresentada no item 3.4, gerou-se um quadro contendo a classificação dos 87 indicadores, contendo os pesos e o nível dos indicadores. Com o quadro classificatório citado, obteve-se um gráfico apresentando o nível dos indicadores para cada agrupamento de domínios, mostrado na Figura 6, além do nível dos 87 indicadores, todos em porcentagem e em número de indicadores.

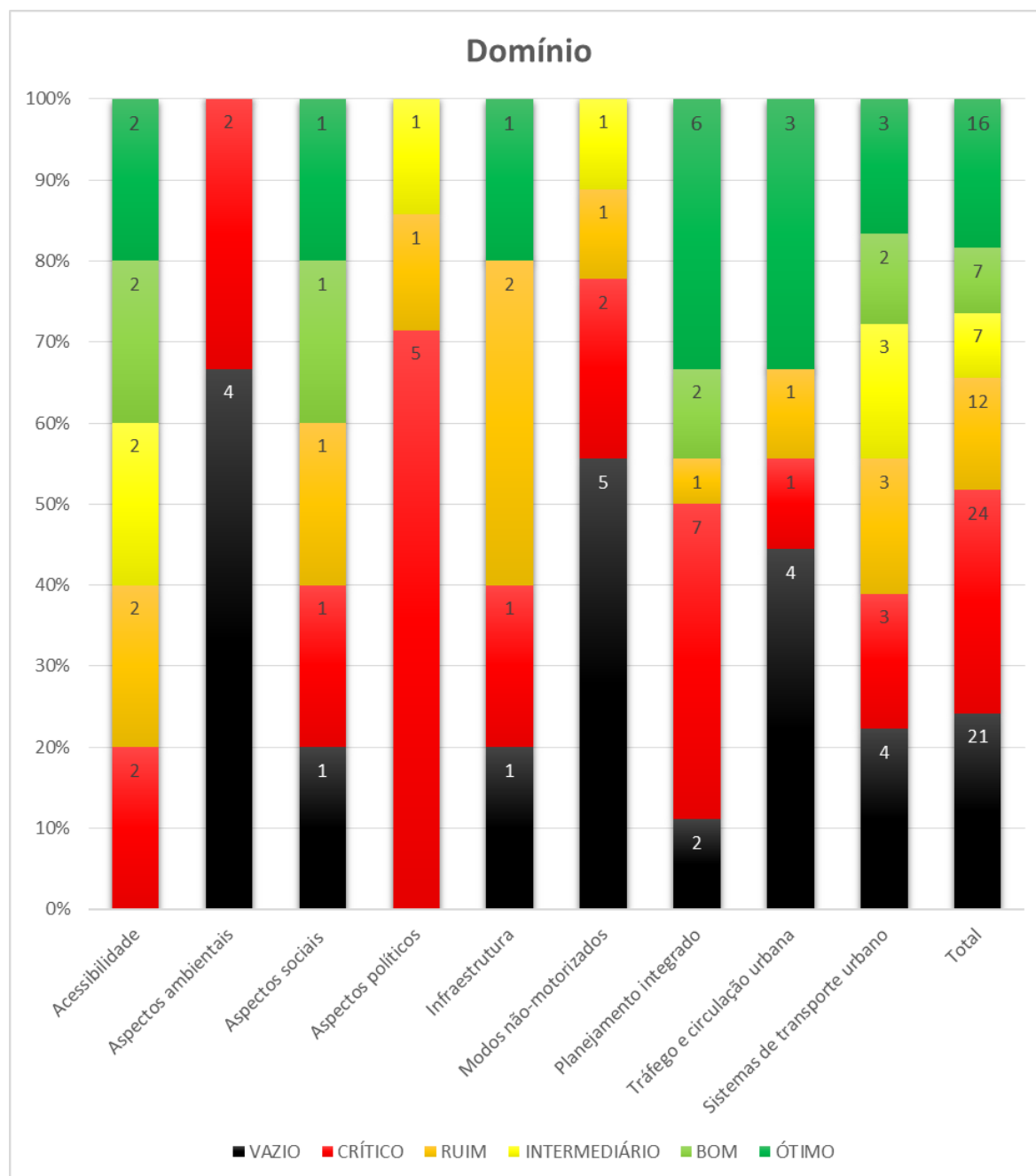


Figura 6 – Nível dos indicadores por domínio

Fonte: AS AUTORAS (2016)

Analisando o gráfico, pode-se perceber que os domínios Acessibilidade, Aspectos Sociais e Sistemas de Transportes apresentam um equilíbrio na classificação dos seus indicadores, sendo que todos puderam ser analisados, com exceção do último, Sistemas de Transporte Urbano, com 22% de seus indicadores não calculados. Ressalta-se ainda a precariedade dos dados dos domínios Modos Não-Motorizados e Aspectos Ambientais, onde mais da metade dos indicadores não foram analisados (56% e 67%, respectivamente) e, dentre os analisados,

a classificação foi majoritariamente crítica, dando destaque ao fato de o domínio Aspectos Ambientais apresentar 100% dos indicadores analisados com classificação crítica. Com relação aos domínios Aspectos Políticos, Planejamento Integrado e Infraestrutura, mais da metade dos indicadores tiveram classificação crítica ou ruim, sendo que 11% dos indicadores do Planejamento Integrado não foram calculados, assim como 20% do domínio Infraestrutura. Por fim, o domínio Tráfego e Circulação Urbana teve mais da metade dos indicadores classificados como ótimos, porém 45% dos seus indicadores não foram calculados.

### 4.3 RESULTADO DO IMUS

Após a análise completa de todos os indicadores que compõe o IMUS tem-se, dos 87 indicadores, 66 calculados, obtendo-se então o resultado final do IMUS para a cidade em estudo (0,331) e a sua distribuição entre as dimensões social, econômica e ambiental, como mostra a Figura 7.

	Absoluto	Normalizado
<b>IMUSg</b>	0,331	<b>0,331</b>
<b>Social</b>	0,115	<b>0,115</b>
<b>Econômica</b>	0,113	<b>0,113</b>
<b>Ambiental</b>	0,103	<b>0,103</b>

Figura 7 – Resultado do IMUS para a cidade em estudo

Fonte: AS AUTORAS (2016)

A Figura 8 exemplifica a planilha de cálculo automático da normalização e redefinição dos pesos para o cálculo do IMUS.

DOMÍNIO	PESO	TEMA	PESO	PESO REDEFINIDO	ID	INDICADOR	PESO	SCORE	SCORE NORMAL	SCORE MÁX.	SCORE SOCIAL MÁX.	SCORE SOCIAL	SCORE ECONÓMICO MÁX.	SCORE ECONÓMICO	SCORE AMBIENTAL MÁX.	SCORE AMBIENTAL	IMUS GLOBAL	IMUS GLOBAL MÁX.
Sistemas de Transporte Urbano	0,112	Regulação e fiscalização do transporte público	0,18	0,18	9.3.1	Contratos e licitações	1,00	100,00	1,00	1,00	0,34	0,01	0,35	0,01	0,31	0,01	0,0198	0,0198
	0,112		0,18	0,18	9.3.2	Transporte clandestino	0,00	Vazio	0,00	1,00	0,34	0,00	0,35	0,00	0,31	0,00	0,0000	0,0000
	0,112	Integração do transporte público	0,22	0,22	9.4.1	Terminais intermodais	0,50	0,00	0,00	1,00	0,37	0,00	0,33	0,00	0,30	0,00	0,0000	0,0120
	0,112		0,22	0,22	9.4.2	Integração do transporte público	0,50	0,25	0,25	1,00	0,37	0,00	0,33	0,00	0,30	0,00	0,0030	0,0120
	0,112	Política tarifária	0,19	0,19	9.5.1	Descontos e gratuidades	0,33	10,60	0,99	1,00	0,38	0,00	0,37	0,00	0,25	0,00	0,0071	0,0072
	0,112		0,19	0,19	9.5.2	Tarifas de transportes	0,33	0,33	0,33	1,00	0,38	0,00	0,37	0,00	0,25	0,00	0,0024	0,0072
	0,112		0,19	0,19	9.5.3	Subsídios públicos	0,33	0,25	0,25	1,00	0,38	0,00	0,37	0,00	0,25	0,00	0,0018	0,0072
TOTAL											0,330	0,115	0,330	0,113	0,330	0,103	0,3310	1,0000

Figura 8 – Planilha de cálculo do IMUS para a cidade em estudo

Fonte: AS AUTORAS (2016)

Ao inserir os scores de cada indicador na planilha previamente programada, obteve-se os valores setoriais de 0,115 para o score social, 0,113 para o econômico e 0,103 para o ambiental, lembrando que cada índice setorial varia de 0,00 a 0,333. Por fim, o valor global do IMUS resultou em 0,331, esse variando de 0,00 a 1,00.

#### 4.4 IMUS EM OUTRAS CIDADES BRASILEIRAS

Afim de agregar os resultados apresentados pela cidade em estudo às demais cidades com o IMUS calculado, foram selecionados seis municípios: Belém, Curitiba, Distrito Federal, Uberlândia, São Carlos e Araraquara. A Figura 9 a seguir ilustra graficamente o posicionamento de cada cidade em relação ao IMUS global, máximo e mínimo, sendo o valor máximo obtido através da hipótese de score igual a 1,00 para os indicadores não calculados e o valor mínimo levando em consideração a hipótese de score igual a 0,00 para os indicadores não calculados.

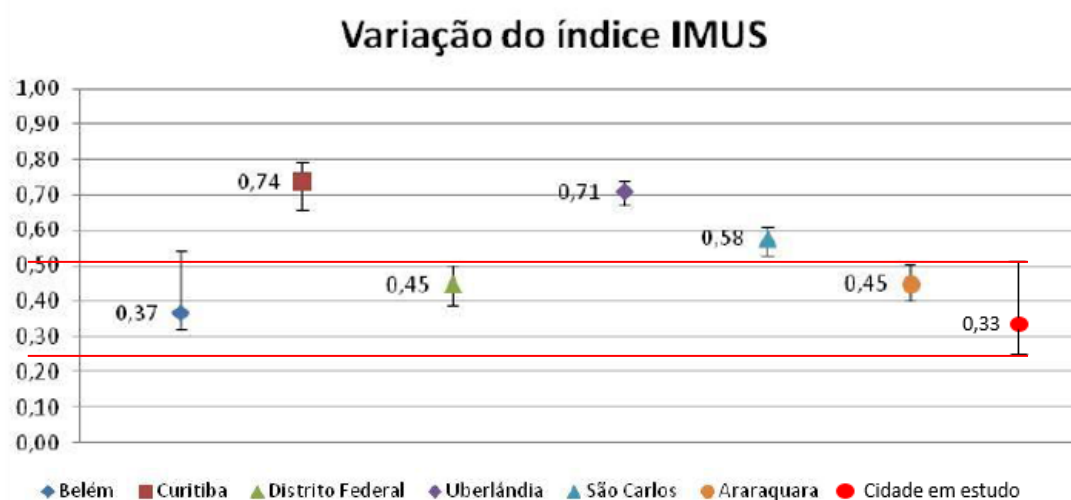


Figura 9 – Variação do IMUS para as cidades destacadas

Fonte: ADAPTADO DE SILVA et al. (2012)

Pode-se notar relativo destaque positivo da cidade de Curitiba (0,740) em comparação com as outras cidades apontadas e um destaque negativo da cidade em estudo (0,331), que possui IMUS global menor que das outras cidades.

Com relação à comparação dos resultados encontrados, deve-se atentar ao fato de a comparação entre valores do IMUS só ser razoável quando feita a análise das faixas de variações dos índices, como apresentado no destaque da Figura 9. Para a cidade em estudo, não se pode comparar os valores do índice de mobilidade urbana sustentável com Belém, Distrito Federal ou Araraquara, pois se todos os indicadores tivessem sido calculados os

valores do IMUS poderiam ser diferentes dos encontrados. Em outras palavras, essas quatro cidades se encontram na mesma faixa de IMUS quando se considera os valores mínimos e máximos, logo não são nem melhores nem piores em comparação. Porém, pode-se afirmar que a cidade em estudo apresenta um índice pior que as cidades de São Carlos, Uberlândia e Curitiba, uma vez que as faixas de variação dos índices destas cidades não se equiparam em nenhuma situação com a faixa de variação dos índices da cidade em estudo.

Ressalta-se então, a importância da proposição de melhorias pontuais em cada indicador da cidade em estudo. Neste trabalho, no item seguinte, serão feitas algumas propostas para que a cidade possa melhorar seu IMUS.

#### 4.5 PROPOSTAS DE MELHORIAS

O cálculo IMUS apresentado nesse trabalho traz a possibilidade de se identificar as potencialidades e deficiências de cada tema proposto. Com isso, algumas melhorias foram selecionadas para que o índice tenha seu valor aumentado consideravelmente, como por exemplo o item que segue.

##### Pesquisa Origem-Destino

A realização de uma pesquisa O/D geraria impactos significativos no cálculo do IMUS, sendo que dos 21 indicadores não calculados, 11 poderiam ser caso seja realizada tal pesquisa, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Indicadores que necessitam de pesquisa O/D

DOMÍNIO	INDICADOR
Aspectos ambientais	Emissões de CO
	Emissões de CO2
	Consumo de combustível
Aspectos sociais	Equidade vertical (renda)
Modos não-motorizados	Distância de viagem
	Tempo de viagem
	Número de viagens
Tráfego e circulação urbana	Velocidade média de tráfego
	Taxa de ocupação dos veículos
Sistemas de transporte urbano	Transporte coletivo x Transporte individual



Supondo a realização da pesquisa O/D, o IMUS global poderia variar entre 0,32 e 0,45, podendo alcançar um aumento de 36% com relação ao IMUS calculado.

Vale ressaltar, no entanto, que juntamente com a pesquisa O/D, para que o valor do IMUS alcance o valor de 0,45, os dados dessa pesquisa precisam atender positivamente os indicadores, ou seja, cada indicador deve ser pontualmente atendido.

## 5. CONCLUSÃO

Tendo em mente o objetivo deste trabalho, que foi a aplicação do IMUS em uma cidade de região metropolitana, adaptando seus indicadores às características da cidade, tem-se a conclusão de que quando se analisa os 87 indicadores propostos por Costa (2008) para o cálculo do IMUS, destaca-se a classificação crítica da maioria dos indicadores analisados, totalizando 24 indicadores, bem como a impossibilidade de se calcular 21 deles. Esta constatação sinaliza que algumas proposições devem ser feitas nos temas que constituem os domínios mais críticos. Vale ressaltar, ainda, que deve ser feita a análise dos pesos globais dos indicadores, afim de se obter uma conclusão mais concisa sobre quais deles proporcionarão maior impacto no índice final, caso haja alguma intervenção.

Por fim, ressalta-se o fato da inadequação de uma comparação assertiva entre cidades, pois na maioria das vezes não se obtém características semelhantes e tampouco o cálculo dos mesmos indicadores. Por isso, uma das características do IMUS é a ação pontual para melhoria dos indicadores considerados críticos e ruins em cada cidade onde ele é aplicado, e não sua simples comparação entre cidades.

## REFERÊNCIAS

COSTA, M. C. (2008). Um índice de mobilidade urbana sustentável. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GUDMUNDSSON, H. (2001). Indicators and performance measures of Transportation, Environment and Sustainability in North America. Report from a German Marshall Fund

Fellowship 2000. Individual study tour October 2000. Research Notes No. 148. Disponível em: <[http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_arbrapporter/rapporter/AR148.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_arbrapporter/rapporter/AR148.pdf)>. Acesso em 19 mar. 2016.

GUDEMUNDSSON, H. (2004). Sustainable transport and performance indicators. Em R. E. Hester and R. M. Harrison (ed.). Transport and Environment, Issues in Environmental Science and Technology. The Royal Society of Chemistry, p. 35-64, Cambridge, U.K.

IBGE (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico de 2010. Brasília, 2010. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 16 mai 2016.

MAGAGNIN, R. C. (2008) Um Sistema de Suporte à Decisão na Internet para o Planejamento da Mobilidade Urbana. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PREFEITURA. (2016). Infraestrutura básica. Disponível em <http://www.araucaria.pr.gov.br/araucaria/infra-estrutura>. Acesso em 24 ago. 2016.

SILVA, A.N.R. da; MAIA, A.C.L.; NICOLA, A.O.; PAIVA, A.P.O.; MAMEDE, B.B.; SILVA JÚNIOR, C.A.P. da; PLAZA, C.V.; NERIS, D.F.; PAÉZ, E.M.A.; PIVA, F.J.; VELÁZQUEZ, F.L.; OLIVEIRA, G.M. da; PIANUCCI, M.N.; GAMA, M.B.; STEIN, P.P.. (2012). Plano de Mobilidade Urbana Sustentável Araraquara – SP.